

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

А. Ю. Берко, О. М. Верес, В. В. Пасічник

ТЕХНОЛОГІЇ БАЗ ДАНИХ ТА ЗНАНЬ

ПІДРУЧНИК

СЕРІЯ «КОМП'ЮТИНГ»

За загальною редакцією д.т.н., професора, Лауреата державної премії України у галузі науки та техніки В. В. Пасічника

*Затверджено Науково-методичною радою
Національного університету "Львівська політехніка"*

Видавництво "Магнолія-2006"
Львів 2024

УДК 004.65

Відтворення цієї книги або будь-якої її частини заборонено без письмової згоди видавництва. Будь-які спроби порушення авторських прав будуть переслідуватися у судовому порядку.

Рецензенти:

Буров Є.В. – д-р техн. наук, професор, професор кафедри інформаційних систем та мереж Національного університету «Львівська політехніка»;

Турбал Ю.В. – д-р техн. наук, професор, професор кафедри «Комп'ютерних наук та прикладної математики» Національного університету водного господарства та природокористування;

Лупенко С.А. – д-р техн. наук, професор, академік Академії наук вищої школи України, Profesor Politechniki Opolskiej (Польща).

*Затверджено Науково-методичною радою Національного університету
“Львівська політехніка” як підручник для студентів спеціальності
122 «Комп'ютерні науки», 124 «Системний аналіз» та
126 «Інформаційні системи і технології»
(Протокол № 77 від 20 березня 2024 р.)*

Берко А.Ю., Верес О.М., Пасічник В.В.

Технології баз даних та знань: підручник. — Львів : «Магнолія-2006», 2024. – 636 с.

ISBN 978-617-574-296-9

Підручник містить матеріал, необхідний для вивчення основних концепцій, функціональних і технологічних особливостей створення, опрацювання та практичного застосування сучасних систем і технологій баз даних, розроблення прикладних засобів та комп'ютерних інформаційних систем різного спрямування на основі баз даних.

Призначається для студентів, що навчаються за освітньо-професійними програмами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальностей 122 «Комп'ютерні науки», 124 «Системний аналіз» та 126 «Інформаційні системи і технології» галузі знань 12–Інформаційні технології та споріднених галузей знань, пов'язаних з вивченням комп'ютерних інформаційних технологій. Може бути використаний викладачами в якості дидактичного матеріалу, а також для самостійного вивчення і підвищення кваліфікації.

УДК 004.65

ISBN 978-617-574-296-9

© А.Ю.Берко, О.М.Верес, В.В.Пасічник, 2024

© Видавництво “Магнолія-2006”, 2024

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА НАУКОВОГО РЕДАКТОРА СЕРІЇ ПІДРУЧНИКІВ ТА НАВЧАЛЬНИХ ПОСІБНИКІВ «КОМП'ЮТИНГ» 16

ВСТУП 22

ЧАСТИНА I. ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ БАЗАМИ ДАНИХ 26

Розділ 1. Історія СУБД 28

1.1. Проект GUAM..... 29

1.2. Концепція DBTG/CODASYL 29

1.3. Реляційні бази даних 30

1.4. Проект System R..... 31

1.5. Проект INGRES..... 33

1.6. Покоління СУБД..... 34

1.7. Запитання, тести для самоконтролю..... 38

1.7.1. Запитання38

1.7.2. Тести39

Розділ 2. Функції СУБД..... 41

2.1. Основні функції СУБД..... 41

2.1.1. Безпосереднє керування даними в зовнішній пам'яті41

2.1.2. Управління буферами оперативної пам'яті42

2.1.3. Керування транзакціями42

2.1.4. Журналізація43

2.1.5. Підтримка мов БД45

2.2. Типова організація сучасної СУБД..... 45

2.3. Запитання, тести для самоконтролю..... 46

2.3.1. Запитання46

2.3.2. Тести47

Розділ 3. Стандарти архітектури СУБД 49

3.1. Архітектура ANSI/X3/SPARC 49

3.1.1. Концептуальний рівень.....51

3.1.2. Зовнішній рівень.....52

3.1.3. Внутрішній рівень53

3.1.4. Відображення.....53

3.1.5. Адміністратор бази даних.....54

3.1.6. Система управління базами даних.....55

3.1.7. Утиліти	56
3.1.8. Підтримка архітектури ANSI/SPARC	56
3.2. Стандарт IBM	56
3.3. Архітектура "клієнт-сервер"	57
3.4. Розподілене опрацювання	58
3.5. Стандарти архітектури "клієнт-сервер"	60
3.5.1. SQL Access Group і стандарт DRDA	60
3.6. Стандарти, що ґрунтуються на інтерфейсі рівня викликів SAG	62
3.7. Запитання, тести для самоконтролю	63
3.7.1. Запитання	63
3.7.2. Тести	64
Розділ 4. Класифікація СУБД	66
4.1. За мовою	66
4.2. За кількістю рівнів архітектури	66
4.3. За типом моделі БД	67
4.3.1. Ієрархічні СУБД	67
4.3.2. Мережеві СУБД	67
4.3.3. Реляційні СУБД	67
4.3.4. Адаптивна модель	68
4.3.5. Не регулярна модель	68
4.3.6. Об'єктно-орієнтовані СУБД	68
4.3.7. Об'єктно-реляційні СУБД	69
4.3.8. XML-СУБД	69
4.3.9. "Ключ-значення" (Key-Value Stores)	70
4.3.10. "Сімейство стовпчиків" (Wide Column Stores / Column Families)	71
4.3.11. Документно-орієнтовані бази даних (Document Stores)	72
4.3.12. Графові бази даних (Graph Database)	73
4.3.13. Бази даних часових рядів	74
4.3.14. Комбіновані типи	74
4.4. За платформою (поєднання технічних і програмних засобів)	75
4.4.1. Мейнфреймові	75
4.4.2. Міні-комп'ютерів	76
4.4.3. На системах UNIX	76
4.4.4. Персональних комп'ютерів	76
4.4.5. Серверні	77
4.5. За потужністю	78
4.5.1. Настільні СУБД (Desktop DBMS)	78
4.5.2. Персональні СУБД	78
4.5.3. Корпоративні	78
4.5.4. Групові СУБД (десятки і сотні користувачів)	79
4.6. За набором функцій	79
4.7. За організацією структури БД та інтерфейсів, що надаються користувачам	79
4.7.1. Однофайлові	79

4.7.2. Багатофайлові непрограмовані	80
4.7.3. Багатофайлові програмовані	80
4.7.4. Розраховані на багато користувачів	80
4.8. За способом доступу до БД.....	80
4.8.1. Файл-серверні	80
4.8.2. Клієнт-серверні.....	81
4.8.3. Триланкова архітектура	81
4.8.4. Вбудовувана СУБД	81
4.9. Інші класифікаційні ознаки	81
4.10. Запитання, тести для самоконтролю.....	82
4.10.1. Запитання	82
4.10.2. Тести	83
Розділ 5. Переваги і проблеми застосування СУБД	85
5.1. Переваги СУБД.....	85
5.2. Недоліки СУБД.....	89
5.3. Запитання, тести для самоконтролю.....	90
5.3.1. Запитання	90
5.3.2. Тести	91
Розділ 6. Стандарти SQL	93
6.1. Учасники процесу розроблення стандартів	94
6.2. Недоліки стандартизації.....	94
6.3. Історія стандартів SQL	95
6.4. Стандарт SQL/86.....	97
6.5. Стандарт ANSI/ISO SQL/89	98
6.6. Стандарт SQL/92.....	99
6.7. Стандарт SQL:1999.....	99
6.8. Стандарт SQL:2003.....	100
6.9. Інші стандарти SQL	101
6.10. Запитання, тести для самоконтролю.....	101
6.10.1. Запитання	101
6.10.2. Тести	102
ЧАСТИНА II. ЗАСОБИ ОПИСУ ТА ЗМІНИ БАЗИ ДАНИХ	104
Розділ 7. Терміни і визначення стандарту	
SQL 2011 (ISO/IEC 9075-2011)	106
7.1. Базові поняття	106
7.2. SQL-середовище та його компоненти	108
7.3. Види таблиць.....	112
7.4. Типи даних SQL.....	113
7.4.1. Загальна інформація типу даних.....	113

7.4.2. Нульове значення	114
7.4.3. Вбудовані типи (Predefined types).....	114
7.4.4. Атомарні типи	116
7.4.5. Складені типи	116
7.5. Сайти і дії над сайтами	116
7.6. Об'єкти SQL-схеми.....	117
7.6.1. Загальна інформація об'єкту SQL-схеми.....	117
7.6.2. Дескриптори множини символів	118
7.6.3. Домени та їхні компоненти	119
7.6.4. Визначувані користувачем типи (User-defined types).....	119
7.6.5. Індивідуальні типи	120
7.6.6. Базові таблиці і їхні компоненти	120
7.6.7. Означення зображення.....	121
7.6.8. Твердження	121
7.6.9. Модулі SQL-сервера (визначається в ISO/IEC 9075-4, SQL/PSM).....	121
7.6.10. Підпрограми схеми	121
7.6.11. Генератори послідовності.....	121
7.6.12. Привілеї.....	122
7.7. Обмеження цілісності і перевірка обмеження	122
7.7.1. Перевірка обмеження.....	122
7.7.2. Детермінізм і обмеження.....	123
7.8. Комунікація між SQL-агентом і SQL-сервером.....	123
7.8.1. Базові мови.....	123
7.8.2. Передавання параметрів і відповідності типів даних	124
7.8.3. Дескриптор області	125
7.8.4. Діагностична інформація.....	125
7.8.5. SQL-транзакції.....	125
7.9. Модулі	126
7.10. Підпрограми	126
7.10.1. Загальна інформація.....	126
7.10.2. Функція збереження типу.....	127
7.11. SQL-оператори	127
7.11.1. Класи SQL-операторів	127
7.11.2. Класифікація SQL-операторів за функцією.....	127
7.12. Запитання, тести для самоконтролю	128
7.12.1. Запитання	128
7.12.2. Тести.....	129
Розділ 8. Типи та властивості даних SQL	133
8.1. Типи даних SQL	133
8.2. Вбудовані типи.....	134
8.2.1. Числові типи	134
8.2.2. Типи символічних стрічок (рядкові типи)	136
8.2.3. Темпоральні типи	138

8.2.4. Булевий тип.....	141
8.2.5. Посилальні типи	142
8.2.6. Тип XML	142
8.3. Конструктивні типи.....	143
8.3.1. Типи колекцій	143
8.3.2. Анонімний рядковий тип (ROW).....	144
8.4. Визначувані користувачем типи (USER DEFINED TYPES (UDT))	145
8.4.1. Структурні типи (Structured Types)	145
8.4.2. Індивідуальні типи (Distinct Types)	147
8.5. Запитання, тести для самоконтролю.....	148
8.5.1. Запитання	148
8.5.2. Тести	149

Розділ 9. Засоби мови опису даних для створення і

адміністрування об'єктів баз даних 151

9.1. Базові елементи мови SQL і запис SQL-операторів.....	152
9.1.1. Запис SQL-оператора	152
9.1.2. Об'єкти бази даних.....	154
9.2. Директиви DDL.....	156
9.3. Засоби визначення, зміни визначення і видалення визначення бази даних	157
9.3.1. Створення бази даних	157
9.3.2. Зміна бази даних.....	159
9.3.3. Видалення бази даних.....	160
9.4. Засоби визначення, зміни визначення і видалення визначення доменів.....	160
9.4.1. Визначення домену	160
9.4.2. Зміна визначення домену.....	163
9.4.3. Відміна визначення домену.....	164
9.5. Засоби визначення, зміни визначення і видалення визначення таблиці	164
9.5.1. Визначення базової таблиці.....	164
9.5.2. Зміна визначення базової таблиці.....	170
9.5.3. Відміна визначення (видалення) базової таблиці.....	172
9.6. Засоби визначення і видалення індексів.....	172
9.6.1. Визначення індексу	172
9.6.2. Видалення індексів.....	173
9.7. Засоби визначення і відміни загальних обмежень цілісності	173
9.7.1. Визначення загальних обмежень цілісності	174
9.7.2. Видалення визначення загального обмеження цілісності.....	174
9.7.3. Перевірка обмежень	174
9.8. Застосування директив DDL мови SQL у середовищі СУБД MySQL	176

9.8.1. Створення таблиць бази даних засобами SQL	177
9.8.2. Модифікація структури таблиць бази даних засобами SQL	179
9.8.3. Запити на додавання, зміну та вилучення даних.....	181
9.9. Запитання, тести для самоконтролю	183
9.9.1. Запитання	183
9.9.2. Тести.....	184
ЧАСТИНА III. ЗАСОБИ ПОШУКУ ТА ВИБОРУ ДАНИХ	187
Розділ 10. Засоби мови SQL для виконання дій над даними	188
10.1. Оператори (Operators).....	189
10.2. Скалярні вирази.....	191
10.2.1. Неявні та явні перетворення типу або домену	191
10.2.2. Загальні синтаксичні правила побудови скалярних виразів	193
10.2.3. Числові вирази.....	194
10.2.4. Вирази, значеннями яких є символічні або бітові стрічки	197
10.2.5. Вирази дата-час	200
10.2.6. Булеві вирази	202
10.2.7. Вирази, значеннями яких є елементи масиву	203
10.2.8. Вирази, значеннями яких є мультимножини	203
10.2.9. Вирази з перемикачем.....	204
10.3. Предикати	206
10.3.1. Предикат порівняння	206
10.3.2. Предикат BETWEEN.....	208
10.3.3. Предикат IN	209
10.3.4. Предикат LIKE	209
10.3.5. Предикат SIMILAR	210
10.3.6. Предикат IS NULL	212
10.3.7. Предикат порівняння з квантором.....	213
10.3.8. Предикат EXISTS	214
10.3.9. Предикат UNIQUE	214
10.3.10. Предикат NORMALIZED	214
10.3.11. Предикат MATCH	214
10.3.12. Предикат OVERLAPS.....	215
10.3.13. Предикат DISTINCT	216
10.3.14. Предикат MEMBER	217
10.3.15. Предикат SUBMULTISET	217
10.3.16. Предикат SET	217
10.3.17. Предикат перевірки приналежності до типу	218
10.4. Питання, тести для самоконтролю	218
10.4.1. Питання	218
10.4.2. Тести.....	219
Розділ 11. Засоби мови SQL для вибору даних	223

11.1. Загальна структура оператора вибору в мові SQL	224
11.2. Семантика оператора вибору.....	228
11.3. Посилання на таблиці розділу FROM.....	232
11.4. Розділ WHERE оператора вибору.....	233
11.4.1. Предикати порівняння розділу WHERE.....	235
11.4.2. Предикат BETWEEN.....	237
11.4.3. Предикат IN	238
11.4.4. Предикат LIKE.....	238
11.4.5. Предикат SIMILAR	239
11.4.6. Предикат IS NULL.....	240
11.4.7. Предикат порівняння з квантором	241
11.4.8. Предикат EXISTS	243
11.4.9. Предикат UNIQUE	244
11.4.10. Предикат MATCH	245
11.4.11. Предикат OVERLAPS	246
11.4.12. Предикат DISTINCT.....	246
11.5. Розділ GROUP BY оператора вибору	247
11.6. Розділ HAVING оператора вибору	253
11.6.1. Семантика агрегатних функцій.....	253
11.6.2. Результати запитів і агрегатні функції	259
11.7. Розділ WINDOW оператора вибору.....	260
11.8. Складніші конструкції оператора вибору	263
11.8.1. Зовнішні з'єднання	263
11.8.2. З'єднані таблиці.....	264
11.8.3. Породжені таблиці з горизонтальним зв'язком	272
11.9. Рекурсивні запити.....	273
11.9.1. Означення різновидів рекурсії.....	273
11.9.2. Рекурсивні запити з розділом WITH	276
11.10. Запитання, тести для самоконтролю.....	280
11.10.1. Запитання	280
11.10.2. Тести	281

Розділ 12. Зображувані таблиці, зображення (VIEW) 285

12.1. Означення поняття зображуваної таблиці або зображення (VIEW)	286
12.2. Синтаксис визначення зображення.....	287
12.2.1. Розділ WITH CHECK OPTION визначення зображення	288
12.2.2. Режими перевірки CASCADED і LOCAL.....	288
12.3.3. Приклади результатів дії розділу WITH CHECK OPTION	289
12.3. Оновлення даних у зображеннях	292
12.4. Рекурсивні зображення	294
12.5. Видалення зображення.....	295
12.6. Класифікація зображень.....	295
12.6.1. Горизонтальні зображення	295

12.6.2. Вертикальні зображення.....	296
12.6.3. Комбіновані зображення	296
12.6.4. Згруповані зображення	297
12.6.5. Об'єднані зображення.....	298
12.7. Переваги та недоліки зображень	299
12.7.1. Переваги застосування зображень.....	300
12.7.2. Недоліки застосування зображень.....	301
12.8. Запитання, тести для самоконтролю	302
12.7.1. Запитання	302
12.7.2. Тести.....	302
ЧАСТИНА IV. ЗАСОБИ МАНІПУЛЮВАННЯ ДАНИМИ	305
Розділ 13. Базові засоби зміни таблиць	305
13.1. Директива INSERT для вставки рядків в наявні таблиці.....	306
13.2. Директива UPDATE для модифікації наявних рядків у таблицях	309
13.3. Директива DELETE для видалення рядків в наявних таблицях	311
13.4. Запитання, тести для самоконтролю	312
13.4.1. Запитання	312
13.4.2. Тести.....	312
Розділ 14. Пакети в SQL	315
14.1. Означення та призначення пакетів.....	315
14.2. Виконання пакетів	318
14.2.1. Середовище виконання пакетів і режим MARS.....	318
14.2.2. Види реалізації пакетів	319
14.3. Правила використання пакетів	321
14.4. Сценарії.....	321
14.5. Запитання, тести для самоконтролю	323
14.5.1. Запитання	323
14.5.2. Тести.....	324
Розділ 15. Процедури в SQL	326
15.1. Коментарі.....	327
15.2. Застосування змінних і параметрів	329
15.2.1. Локальні змінні.....	330
15.2.2. Параметри	334
15.2.3. Змінні додатків і маркери параметрів	334
15.3. Поняття процедури	335
15.4. Типи процедур.....	336
15.4.1. Системні процедури.....	336
15.4.2. Процедури користувача.....	336
15.4.3. Тимчасові процедури	337

15.4.4. Розширені процедури	338
15.4.5. Вкладені процедури	338
15.5. Створення, зміна і видалення процедур	338
15.5.1. Створення процедури	338
15.5.2. Зміна процедури	342
15.5.3. Видалення процедури	344
15.6. Виконання процедури	344
15.7. Переваги і недоліки застосування збережених процедур	346
15.7.1. Переваги	346
15.7.2. Недоліки роботи з процедурами	348
15.7.3. Особливості застосування процедур	348
15.8. Приклади оголошення та виконання процедур в середовищі СУБД MS SQL Server	348
15.9. Запитання, тести для самоконтролю	351
15.9.1. Запитання	351
15.9.2. Тести	352
Розділ 16. Функції в SQL	354
16.1. Поняття, призначення і застосування функцій	354
16.2. Створення збереженої функції	356
16.3. Види функцій	362
16.3.1. Скалярні функції	362
16.3.2. Табличні функції	363
16.4. Зміна збереженої функції	364
16.5. Видалення збереженої функції	365
16.6. Переваги застосування збережених функцій	366
16.7. Запитання, тести для самоконтролю	367
16.7.1. Запитання	367
16.7.2. Тести	368
Розділ 17. Тригери	370
17.1. Поняття тригера в стандарті мови SQL	370
17.2. Синтаксис означення тригерів та типи тригерів	371
17.2.1. Тригери BEFORE і AFTER	372
17.2.2. Тригери INSERT, UPDATE і DELETE	372
17.2.3. Тригери ROW і STATEMENT	373
17.2.4. Розділ WHEN	373
17.2.5. Тіло тригера	373
17.3. Виконання тригерів	374
17.3.1. Можливості використання старих і нових значень	376
17.3.2. Опрацювання декількох тригерів, пов'язаних з однією базовою таблицею	377
17.3.3. Тригери і посилальні дії	378
17.4. Видалення тригера	378

17.5. Переваги застосування тригерів	378
17.6. Недоліки застосування тригерів	379
17.7. Запитання, тести для самоконтролю	380
17.7.1. Запитання	380
17.7.2. Тести	381
ЧАСТИНА V. ЗАСОБИ КОНТРОЛЮ ТА КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСАМИ	
В МОВІ SQL	383
Розділ 18. Курсори	384
18.1. Поняття і призначення курсору	385
18.2. Типи курсорів	385
18.3. Оголошення курсору	387
18.4. Відкриття курсору	389
18.5. Вибірання даних з курсору	389
18.6. Оновлення і видалення даних	391
18.7. Закриття курсору	392
18.8. Звільнення курсору	392
18.9. Запитання, тести для самоконтролю	392
18.9.1. Приклади застосування курсору	392
18.9.2. Запитання	395
18.9.3. Тести	397
Розділ 19. Організація та опрацювання транзакцій	399
19.1. ACID-транзакція	399
19.2. Породження транзакцій в SQL	400
19.2.1. Визначення характеристик транзакції	401
19.2.2. Явна ініціація транзакції	402
19.3. Рівні ізоляваності SQL-транзакції	402
19.4. Завершення транзакцій	405
19.5. Транзакції й обмеження цілісності	406
19.6. Вкладені транзакції	407
19.7. Точки збереження	411
19.7. Запитання, тести для самоконтролю	412
19.7.1. Запитання	412
19.7.2. Тести	413
Розділ 20. Управління доступом до даних	415
20.1. Підтримка авторизації доступу до даних в мові SQL	416
20.2. Користувачі та ролі	417
20.3. Застосування ідентифікаторів користувачів та імен ролей	419
20.4. Створення і скасування ролей	419
20.5. Передавання привілеїв і прав	420

20.5.1. Передавання привілеїв	420
20.5.2. Привілеї та зображення.....	423
20.5.3. Передавання прав	423
20.5.4. Зміна поточних ідентифікаторів користувачів та імен ролей ...	424
20.5.5. Скасування привілеїв і прав	425
20.6. Підключення і сесії.....	428
20.6.1. Встановлення з'єднань	428
20.6.2. Оператори SQL керування з'єднаннями.....	430
20.7. Запитання, тести для самоконтролю.....	431
20.7.1. Запитання	431
20.7.2. Тести	432

ЧАСТИНА VI. НОВІТНІ МОЖЛИВОСТІ СУЧАСНИХ СУБД 434

Розділ 21. Опрацювання XML-документів у базах даних 435

21.1. Основні поняття XML	435
21.2. Створення XML-документів.....	437
21.2.1. Порядок створення елементів	438
21.2.2. Коментарі	439
21.2.3. Директиви аналізатора.....	439
21.2.4. Область CDATA	439
21.2.5. Посилання	439
21.2.6. Визначення вмісту XML-документів	440
21.3. Принципи SQL/XML	441
21.4. Створення таблиць зі стовпчиками типу XML.....	443
21.5. Запити до таблиць з XML-даними	445
21.6. Перетворення табличних даних в XML.....	447
21.7. Запитання, тести для самоконтролю.....	448
21.7.1. Запитання	448
21.7.2. Тести	449

Розділ 22. Архітектура SQL-середовища опрацювання баз даних 451

22.1. SQL-середовище та його елементи.....	451
22.2. Види архітектури SQL-середовища.....	453
22.2.1. Одно-користувацька архітектура.....	453
22.2.2. Групова архітектура з файловим розподілом ресурсів.....	453
22.2.3. Клієнт-серверні системи.....	453
22.2.4. Архітектура "клієнт-сервер"	454
22.2.5. Стили архітектури "клієнт-сервер"	456
22.3. СУБД в архітектурі "клієнт-сервер"	457
22.3.1. Відкриті системи	457
22.3.2. Клієнти і сервери локальних мереж	458
22.3.3. Системна архітектура "клієнт-сервер"	458

22.4. Сервери баз даних	459
22.4.1. Принципи взаємодії між клієнтськими і мережевими частинами	460
22.4.2. Переваги протоколів віддаленого виклику процедур	460
22.4.3. Типовий поділ функцій між клієнтами і серверами	460
22.4.4. Вимоги до апаратних можливостей і базового програмного забезпечення клієнтів і серверів	461
22.5. Переваги застосування клієнт-серверних систем	461
22.6. Запитання, тести для самоконтролю	462
22.6.1. Запитання	462
22.6.2. Тести	462
Розділ 23. Перспективні напрями розвитку СУБД	464
23.1. Маніфест систем об'єктно-орієнтованих баз даних	465
23.1.1. Перший маніфест та його структура	465
23.1.2. Об'єктно-орієнтовані бази даних в стандарті ODMG	473
23.1.3. Об'єктно-орієнтовані СУБД	476
23.2. Другий маніфест систем баз даних та його наслідки	478
23.2.1. Другий маніфест	478
23.2.2. Об'єктні розширення в стандарті SQL:1999	485
23.2.3. Об'єктно-реляційні СУБД	486
23.3. Третій маніфест: назад до реляційного майбутнього	491
23.3.1. Третій маніфест	491
23.3.2. Основи майбутніх систем баз даних	500
23.3.3. Реалізація положень Третього маніфесту	511
23.4. Запитання, тести для самоконтролю	512
23.4.1. Запитання	512
23.4.2. Тести	513
Розділ 24. Нереляційні бази даних (NoSQL Data Storage)	516
24.1. Передумови створення нереляційних моделей даних	516
24.2. Нереляційні структури та формати даних	518
24.2.1. Табличний формат подання даних	518
24.2.2. Текстовий формат подання даних	520
24.2.3. Подання даних у форматі CSV	521
24.2.4. Формат даних JSON	521
24.2.5. Формат даних BSON	523
24.2.6. Формат подання даних XML	528
24.2.7. Apache Parquet	530
24.3. Розподілене середовище опрацювання даних	532
24.3.1. Реплікація типу Master-Slave	534
24.3.2. Реплікація даних Peer-To-Peer	535
24.3.3. Шардинг	538
24.3.4. Поєднання шардингу і реплікації даних	541

24.4. Модель баз даних типу "Ключ-значення" (Key-Value Stores)	542
24.4.1. Структура баз даних Key-Value	544
24.4.2. Функціональні можливості баз даних Key-Value.....	546
24.4.3. Області застосування для баз даних Key-Value.....	550
24.4.4. СУБД баз даних Key-Value.....	552
24.5. Модель баз даних типу "Сімейство стовпчиків" (Wide Column Stores / Column Families)	558
24.5.1. Принципи побудови та застосування бази даних типу "сімейство стовпчиків".....	560
24.5.2. Переваги і недоліки бази даних типу Column Family	562
24.5.3. СУБД на основі сімейств стовпчиків	565
24.6. Документо-орієнтовані бази даних (Document Stores).....	574
24.6.1. Принципи побудови	575
24.6.2. Елементи та особливості структури даних	576
24.6.3. Напрями і сфери застосування	577
24.6.4. Огляд документо-орієнтованих СУБД	578
24.6.5. Переваги документо-орієнтованих баз даних.....	587
24.6.6. Недоліки документо-орієнтованих баз даних.....	587
24.7. Графова модель баз даних (Graph Stores).....	588
24.7.1. Основні елементи графової моделі баз даних	589
24.7.2. Переваги графової моделі баз даних	590
24.7.3. Недоліки графової моделі баз даних	592
24.7.4. Сфери застосування графових баз даних	593
24.7.5. Огляд графових СУБД	595
24.8. Висновок до розділу 24	605
24.9. Запитання, тести для самоконтролю.....	609
24.9.1. Запитання	609
24.9.2. Тести	610
ВИСНОВОК	615
ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК	617
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	631

Навчальне видання

А. Ю. Берко, О. М. Верес, В. В. Пасічник

ТЕХНОЛОГІЇ БАЗ ДАНИХ ТА ЗНАНЬ

Підручник

Підп. до друку 20.08.2024 р.

Формат 70x100/16. Друк цифровий. Папір офсетний. Гарнітура PetersburgC.

Умовн. друк. арк. 51,76. Наклад 300 прим.

Видавництво «Магнолія 2006»

м. Львів-53, 79053, Україна, тел.: +38 (050) 370-19-57

e-mail: magnol06@ukr.net

<https://magnolia.lviv.ua>

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції:
серія ДК № 6784 від 30.05.2019 року,
видане Державним комітетом інформаційної політики,
телебачення та радіомовлення України.

Надруковано у друкарні видавця ФОП Марченко Т. В.